



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 197 32 554 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
G 01 P 7/00  
G 01 P 9/00

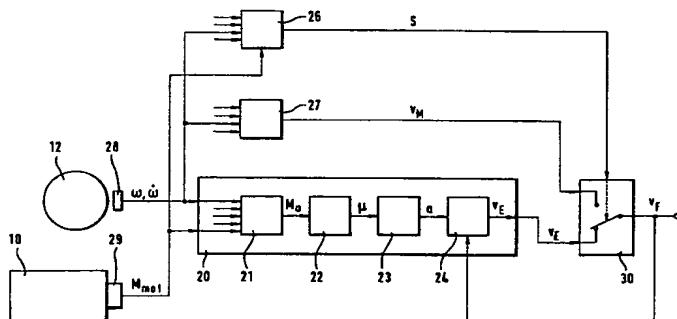
⑯ Anmelder:  
ITT Mfg. Enterprises, Inc., Wilmington, Del., US  
⑯ Vertreter:  
Blum, K., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 65779 Kelkheim

⑯ Erfinder:  
Gronau, Ralph, 35083 Wetter, DE; Buschmann, Gunther, 65510 Idstein, DE  
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
DE 195 27 531 A1  
DE 195 02 384 A1  
DE 44 35 014 A1  
DE 37 44 159 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit

⑯ Eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v_F$ ) für den Fall, daß alle Räder (12) eines Fahrzeugs durchdrehen, hat eine erste Erfassungseinrichtung (28) zur Erfassung der Geschwindigkeit ( $\omega$ ) und/oder Beschleunigung ( $\dot{\omega}$ ) aller Räder, sowie eine Einrichtung (20, 24) zur Extrapolation der Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v_F$ ) nach Maßgabe der Radbeschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ).



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf je ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs für den Fall, daß alle Räder eines Fahrzeugs durchdrehen, also stärker beschleunigt werden als es der Fahrzeugbeschleunigung selbst entspricht, sowie zur Erkennung der genannten Situationen. Solche Situationen können bei temporär oder permanent mit Allradantrieb versehenen Fahrzeugen auftreten, wenn aufgrund von Fahrermaßgaben (beispielsweise durch das Fahrradpedal) außerordentlich viel Motorausgangsleistung bereitgestellt wird, und/oder wenn plötzlich der befahrene Untergrund einen außerordentlich niedrigen Reibwert hat, beispielsweise auf Glatteis. Es können dann alle vier Fahrzeugeräder gleichzeitig durchdrehen. Damit ist es herkömmlichen Steuerungen nicht möglich, ein die 10 Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentierendes Signal zu erzeugen. Damit fehlt ein für die verschiedensten Steuerungs- und Regelungsfunktionen des Kraftfahrzeugs wichtiges Eingangssignal, so daß diese Funktionen nur eingeschränkt bzw. modifiziert oder gar nicht mehr durchgeführt werden können. Im Stand der Technik wird dann, wenn das Durchdrehen aller Räder eines Fahrzeugs erkannt wird, nur noch nach Beschleunigungsschwellen geregelt. Schlupfschwellen werden für eine gewisse Zeit nicht mehr als Regelkriterium herangezogen, so daß eine nur sehr unsicher extrapolierte Referenzgeschwindigkeit keine gesicherte Information über die Fahrzeuggeschwindigkeit gibt. Im übrigen ist eine zuverlässige Erkennung des Durchdrehens aller Räder aus sicherheitstechnischer Sicht sehr wichtig. Würde dieser Zustand nicht erkannt werden, würden durchdrehende Räder der Fahrzeugregelung das falsche Bild einer zu hohen Fahrzeuggeschwindigkeit vorspiegeln. Wenn nach dem Durchdrehen die Räder wieder greifen, ist die tatsächlich gemessene Radgeschwindigkeit geringer als die im System bekannte Geschwindigkeit. Da letztere nur mit einem bestimmten Gradienten fallen kann, 20 kann sie nicht unmittelbar an die dann wieder gemessene Radgeschwindigkeit angeglichen werden. Für einen bestimmten Zeitraum wäre dann die Radgeschwindigkeit niedriger als die im System vorliegende Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit. Dies würde zum ungerechtfertigten Ansprechen von ABS führen, da scheinbar Bremsschlupf vorhanden ist. Dies hätte ein Schließen der Einlaßventile zur Folge, wodurch ein Bremsdruckaufbau für eine gewisse Zeit verhindert würde.

Aufgabe der Erfindung ist es, für den Fall, daß alle Räder eines Fahrzeugs durchdrehen, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit anzugeben, mit denen für den genannten Fall die Fahrzeuggeschwindigkeit zuverlässiger ermittelt werden kann. Außerdem sollen ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung des Durchdrehens aller Räder eines Fahrzeugs angegeben werden, die zuverlässig arbeiten.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Abhängige Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

Nachfolgend werden bezugnehmend auf die Zeichnungen einzelne Ausführungsformen der Erfindung beispielhaft beschrieben, es zeigen:

Fig. 1A, B schematische Darstellungen zur Verdeutlichung der betrachteten physikalischen Größen und Fahrzeugkomponenten, und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Ausführungsform.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird davon ausgegangen, daß beim Durchdrehen bzw. Überdrehen aller Räder des Fahrzeugs das vom Motor abgegebene Drehmoment  $M_{mot}$  aufgeteilt verwendet wird einerseits für die Beschleunigung der Kraftübertragungskomponenten zwischen Motor 10 und Fahrbahn 15 und andererseits zur Beschleunigung des Fahrzeugs selbst. Da beim Durchdrehen aller Räder 12 eines Fahrzeugs einerseits die Fahrzeuggeschwindigkeit tendenziell eher klein, andererseits die Beschleunigung der kraftübertragenden Komponenten aber vergleichsweise groß ist, kann die Auswirkung der Beschleunigung der kraftübertragenden Komponenten im Vergleich zur Auswirkung der Fahrzeuggeschwindigung nicht vernachlässigt werden.

In Fig. 1A zeigen schematisch Bezugszeichen 10 den Motor, 13 das Getriebe, 14 Wellen, 11a bis 11c Differentialgetriebe, und 12 die Räder des Fahrzeugs. Die genannten Komponenten 11 bis 14 erfahren beim Durchdrehen der Räder 12 auf der Fahrbahn 15 eine kräftige Winkelbeschleunigung  $\omega$  und absorbieren damit einen Teil des vom Motor abgegebenen Drehmoments.

Fig. 1B zeigt die an einem Rad 12 herrschenden physikalischen Verhältnisse. Das Rad 12 hat den Durchmesser  $r_R$  und wird mit der Kraft  $F_N$ , die ein Teil der Gewichtskraft des Fahrzeugs ist, auf die Fahrbahn 15 gedrückt. Rad 12 und Fahrbahn 15 berühren sich an der Stelle 16. Dort herrscht dann, wenn ein Rad durchdreht, ein bestimmter Reibwert  $\mu$ . Trotz des Durchdrehens des Rads 12 auf der Fahrbahn 15 wird jedoch eine das Fahrzeug beschleunigende Kraft  $F_v$  auf die Fahrbahn aufgebracht, diese Kraft  $F_v$  errechnet sich aus der Formel

$$F_v = F_N \cdot \mu \quad (1).$$

Beim Durchdrehen eines Rads bestimmt sich damit die vorwärts-treibende Kraft  $F_v$  an diesem Rad primär aus Normalkraft  $F_N$  und Reibwert  $\mu$ , während beim normalen Eingriff des Rads die vorwärtsreibende Kraft am Rad aus dem am Rad anstehenden Moment sowie dem Radradius  $r_R$  zu errechnen ist. In beiden Fällen aber bewirkt die vorwärtsreibende Kraft  $F_v$  eine Beschleunigung und damit eine Geschwindigkeitszunahme des betrachteten Fahrzeugs.

Bezugnehmend auf Fig. 2 werden nun beispielhaft einzelne Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Zunächst wird ein erfindungsgemäßes Verfahren und eine erfindungsgemäßige Vorrichtung zur Ermittlung des Zustands des gleichzeitigen Durchdrehens aller Räder des Fahrzeugs beschrieben. In Fig. 2 ist diese Ermittlungsvorrichtung unter Bezugsziffer 26 schematisch gezeigt. Sie empfängt verschiedene Eingangssignale, nämlich zum einen ein die Motorlast darstellendes Signal, beispielsweise von einer Erfassungseinrichtung 29 eine das Motorabtriebsmoment  $M_{mot}$  darstellende Information, und andererseits Signale, die die Winkelgeschwindigkeiten  $\omega$  und/oder Winkelbeschleunigungen  $\dot{\omega}$  darstellen. Fig. 2 zeigt diesen Signalfluß beispielhaft für ein Rad 12, in gleicher oder ähnlicher Weise empfängt die Ermittlungseinrichtung 26 auch Signale  $\omega$  bzw.  $\dot{\omega}$  von den anderen Rädern des Fahrzeugs, dies ist durch die Vielzahl der eingehenden Pfeile angedeutet. Die Erfassungseinrichtung 28 kann dabei ein am Rad 12 selbst angebrachter Sensor sein, es kann sich aber auch um eine komplexere Einrichtung handeln, die ein geeignetes, die Raddrehzahl darstellendes Signal  $\omega$  (bzw.  $\dot{\omega}$ ) erzeugt und die nicht notwendigerweise direkt am Rad 12 selbst angebracht ist. Die Ermittlungseinrichtung 26 kann auch

so ausgelegt sein, daß sie nur ein die Drehzahl repräsentierendes Signal  $\omega$  empfängt und daraus erst die Winkelbeschleunigung kennzeichnende Information  $\ddot{\omega}$  bildet. Zur Ermittlung der Tatsache, daß alle Räder durchdrehen, werden in der Ermittlungseinrichtung 26 nun die Winkelbeschleunigungen der Räder 12 darstellenden Informationen  $\ddot{\omega}$  zu der die Motorlast darstellenden Information in Bezug gesetzt bzw. verknüpft. Hierbei wird überprüft, ob die beispielsweise durch das Signal  $M_{mot}$  repräsentierte Motorlast zu einer Fahrzeugbeschleunigung führen kann, wie sie durch die Signale  $\ddot{\omega}$  der vier Räder vorzuliegen scheint. Gegebenenfalls sind bei dieser Überprüfung auch noch Getriebekennwerte zu berücksichtigen. Dies hängt unter anderem davon ab, ob die Motorlast getriebeneingangsseitig oder getriebeausgangsseitig bestimmt wird. 5

Die Ermittlungseinrichtung 26 kann nach verschiedenen Verfahren arbeiten: Sie kann von den empfangenen bzw. ermittelten, die Radwinkelbeschleunigungen darstellenden Signalen  $\ddot{\omega}$  auf die Motorleistung zurückschließen und das so erhaltene Ergebnis mit dem empfangenen, die Motorlast darstellenden Signal vergleichen. Ist letzteres um einen bestimmten oder bestimmbaren absoluten oder relativen Betrag niedriger, kann von durchdrehenden Rädern ausgegangen werden, so daß ein diesen Zustand anzeigenndes Signal S ausgegeben wird. Der Algorithmus kann unterbunden werden, wenn die Winkelbeschleunigungen der einzelnen Räder grob unterschiedlich zueinander sind. Dies wäre ein Hinweis darauf, daß nur einzelne, nicht aber alle Räder durchdrehen. Anders herum kann vom empfangenen Motorlastsignal auf plausible Winkelbeschleunigungen der Räder geschlossen werden. Dieses Ergebnis wird mit den tatsächlich erhaltenen bzw. ermittelten Werten für die Winkelbeschleunigung  $\ddot{\omega}$  der Räder 12 verglichen. Ist letzteres Signal um einen bestimmten oder bestimmbaren absoluten oder relativen Betrag höher, wird ebenfalls das Signal S ausgegeben, wobei auch dieser Algorithmus dann unterbunden werden kann, wenn die Winkelbeschleunigungen  $\ddot{\omega}$  der einzelnen Räder 12 um einen bestimmten Betrag voneinander abweichen. Die Ermittlungsvorrichtung 26 kann nach einem der oben beschriebenen Verfahren arbeiten, sie weist jeweils Einrichtungen zur Vornahme der einzelnen Verfahrensschritte auf. 10 15 20

Ein einfacheres, wenngleich weniger genaues Verfahren zur Ermittlung des Zustands aller vier durchdrehender Räder ist es, nur die Winkelbeschleunigungen  $\ddot{\omega}$  aller Fahrzeugräder zu beobachten (bzw. zu ermitteln) und diese mit bestimmten bzw. bestimmbaren Schwellenwerten zu vergleichen. Bei diesem Verfahren wird ein Signal S dann ausgegeben, wenn alle vier Winkelbeschleunigungssignale  $\ddot{\omega}$  den Schwellenwert übersteigen. 25

Das Signal S wird von der Ermittlungseinrichtung 26 ausgegeben und kann zur weiteren Steuerung des erfundungsgemäßen Verfahrens verwendet werden. In Fig. 2 ist eine Ausführungsform gezeigt, bei der das Signal S umschaltet zwischen einem im herkömmlichen Betriebszustand von der Meßeinrichtung 27 gemessenen Geschwindigkeitssignal  $v_M$  und dem von der weiter unten zu beschreibenden Einrichtung 20 erfundungsgemäß beim Durchdrehen aller vier Räder ermittelten extrapolierten Geschwindigkeitssignal  $v_E$ . 30

Anstatt die Einrichtungen 27 und 20 parallel zu betreiben und eines der Signale am Ende nach Maßgabe des Signals S auszuwählen, kann das Signal S aber auch dazu verwendet werden, nur je eine der Einrichtungen 27 und 20 zu aktivieren, so daß allein deren Ausgangssignal  $v_M$  bzw.  $v_E$  vorliegt und als Fahrzeuggeschwindigkeitssignal  $v_F$  verwendet wird. 35

Die Meßeinrichtung 27 kann ihrerseits Signale  $\omega$ ,  $\ddot{\omega}$  von einer Erfassungseinrichtung 28 empfangen. Vorzugsweise empfängt die Meßeinrichtung 27 solche Signale getrennt für alle Räder 12 des Fahrzeugs. Die Meßeinrichtung 27 kann weiterhin geeignete Auswahl- und Filtereinrichtungen enthalten, um ein ungestörtes gemessenes Geschwindigkeitssignal  $v_M$  auszugeben. 40

Nachfolgend werden das erfundungsgemäße Verfahren bzw. die erfundungsgemäße Vorrichtung zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit für den Fall, daß alle Räder eines Fahrzeugs durchdrehen, beschrieben. Sie werden für den Fall aktiv bzw. wirksam, daß eine geeignete Erkennungsvorrichtung 26 den Fall des Durchdrehens aller vier Räder erkennt und durch ein geeignetes Signal S anzeigt. 45

Das erfundungsgemäße Verfahren beruht auf der Extrapolation eines zuletzt zuverlässig gemessenen und gespeicherten Signals  $v_M$  des Fahrzeugs, das als Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_F$  ausgegeben wurde. Die Extrapolation erfolgt anhand einer möglichst genau abgeschätzten Fahrzeugbeschleunigung. Hierzu wird die Winkelbeschleunigung  $\ddot{\omega}$  der Räder betrachtet (bzw. ermittelt), um daraus abschätzen zu können, welcher Teil der Motorlast zur Winkelbeschleunigung des Kraftübertragungssystems 11 bis 14 und welcher Teil der Motorlast zur Fahrzeugbeschleunigung aufgewendet wird. Es gilt

$$M_{mot} = M_{BK} + M_{BF} \quad (2)$$

50

$$M_{BK} = \sum J_i \ddot{\omega}_i \quad (3)$$

$$M_{BF} = F_V \cdot r_R = F_F \cdot \mu \cdot r_R \quad (4)$$

$M_{BK}$  ist das für die Beschleunigung der Kraftübertragungselemente 11 bis 14 aufzuwendende Drehmoment, es ist die Summe  $\sum$  aus den Produkten  $J_i \cdot \ddot{\omega}_i$  der Trägheitsmomente  $J_i$  und Winkelbeschleunigungen  $\ddot{\omega}_i$  der einzelnen Teile i des Kraftübertragungssystems 11 bis 14. Für diese Summe  $\sum$  kann vereinfacht auch ein Produkt  $J \cdot \ddot{\omega}$  verwendet werden, das einem äquivalenten Trägheitsmoment bzw. einer äquivalenten Winkelbeschleunigung entspricht.  $M_{BF}$  ist das für die Fahrzeugbeschleunigung zur Verfügung stehende Moment, es berechnet sich aus Tangentialkraft am Reifen  $F_V$  und Radradius  $r_R$ .  $F_V$  ist dabei die Summe der Vorwärtskräfte an allen vier Reifen, diese Vereinfachung ist unter der Annahme gleicher Räder und gleicher Reibkräfte zulässig.  $F_F$  ist die Gewichtskraft des Fahrzeugs. 55 60

Aus den obigen Formeln erhält man nach Umstellung

65

$$\mu = \frac{M_{\text{mot}} - J \cdot \dot{\omega}}{F_N \cdot r_R}$$

5

(5)

10 Der Wert  $\dot{\omega}$  ist hierbei eine Größe, in die die Winkelbeschleunigungen der einzelnen Räder 12 eingeht, sie kann auch die Winkelbeschleunigung eines Rades selbst sein.

Die Einrichtung 20 zur Extrapolierung weist im einzelnen eine erste Ermittlungseinrichtung 21 auf, sie bildet im wesentlichen den Zähler der Formel (5), indem sie in geeigneten Dimensionen von einem die Motorlast darstellenden Wert, 15 beispielsweise von  $M_{\text{mot}}$ , das zur Beschleunigung der Kraftübertragung aufzuwendende Moment subtrahiert. In einer zweiten Ermittlungseinrichtung 22 wird die Division gemäß Formel (5) nachgebildet. Radradius und Gewichtskraft des Fahrzeugs (entsprechend der Fahrzeugmasse) sind hierbei Konstanten, die fest gespeichert sein können.

20 In der Abschätzung 23 wird aus dem Reibkoeffizienten  $\mu$  eine mögliche Fahrzeugbeschleunigung  $a$  abgeschätzt. Bei ebener Fahrbahn gilt der Zusammenhang:

$$\mu \cdot F_F = \mu \cdot m_F \cdot g \cdot m_F \cdot a \quad (6)$$

also

$$25 a = g \cdot \mu \quad (7).$$

Hierbei können Erfahrungswerte und Fahren an der Steigung oder im Gefälle berücksichtigt werden. Beim Bergabwärtsfahren ist die Beschleunigung eines Fahrzeugs größer als bei ebener Fahrt, da die Hangabtriebskraft zur Fahrzeugbeschleunigung beiträgt. Hier sollte verhindert werden, daß fälschlicherweise auf durchdrehende Räder erkannt wird.

30 Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß nur dann auf überdrehende Räder erkannt wird, wenn sich die Winkelgeschwindigkeiten und/oder Winkelbeschleunigungen der Räder um bestimmte Mindestbeträge unterscheiden, oder anders ausgedrückt, wenn die genannten Werte nicht innerhalb eines bestimmten Wertebandes liegen. Man macht sich hier die Erfahrungstatsache zunutze, daß das Durchdrehen von Rädern nicht symmetrisch erfolgt, sondern eher unkoordiniert, 35 so daß deutliche Werteunterschiede auftreten. Bei normaler Fahrt hingegen werden die Winkelbeschleunigungen und/ oder Winkelgeschwindigkeiten aller Räder näherungsweise gleich sein, so daß durch das obige Kriterium Fehlerkennungen ausgeschlossen werden können.

Als Ausgabe der Abschätzung 23 erhält man einen vergleichsweise genauen Wert der Fahrzeugbeschleunigung  $a$ , mit dem in der Extrapolationseinrichtung 24 die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_F$  so lange extrapoliert werden kann, solange alle Räder durchdrehen.

40 Wenn eines der Räder 12 wieder greift, wird dies von der Erkennungseinrichtung 26 erkannt, und das Signal S wird die geeigneten Maßnahmen, wie weiter oben beschrieben, veranlassen. Um den eingangs erwähnten Nachteil der fehlenden Bremsmöglichkeit zu beheben, kann dann für gegebenenfalls noch auftretende Unterschiede zwischen der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit und der erfindungsgemäß extrapolierten Fahrzeuggeschwindigkeit das Eingreifen von ABS für einen bestimmten oder bestimmhbaren Zeitraum verhindert werden.

45 Die erfindungsgemäß Bestimmungsvorrichtung bzw. das erfindungsgemäß Bestimmungsverfahren können so ausgelegt sein, daß sie für jedes Rad einzeln einen Reibwert  $\mu$  bestimmen. In Formel (5) wäre dann anstatt des Motorabtriebsmoments  $M_{\text{mot}}$  das Antriebsmoment des betrachteten Rads  $M_{\text{rad}}$  einzusetzen, die jeweilige Winkelbeschleunigung des Rads sowie der Anteil des Kraftübertragungs-Beschleunigungsmoments, der auf das entsprechende Rad entfällt. Als Normalkraft  $F_N$  hätte man nicht das Fahrzeuggewicht zu wählen, sondern die am jeweiligen Rad herrschende Gewichtskraft. Es entstehen dann vier einzelne Reibwerte für jedes Rad, aus ihnen kann eine gemeinsame Fahrzeugbeschleunigung  $a$  durch geeignete Verfahren, beispielsweise Mittelwertbildung, errechnet werden. Die getrennte Betrachtung der Verhältnisse an den einzelnen Rädern ist besonders bei Allradantrieben der dritten Generation sinnvoll, weil bei ihnen die 50 Momentenverteilung auf die einzelnen Räder sehr variabel sein kann. Die geregelte Momentenverteilung sollte über entsprechende Schnittstellen dem hier beschriebenen System zugeführt werden. Bei konventionellen Allradantrieben gehen 55 die konstruktiv vorgegebenen Momentenverteilungen in die Betrachtungen entsprechend ein.

Es ist aber auch möglich, die Verhältnisse pauschalisiert zu betrachten, beispielsweise indem ein äquivalentes Trägheitsmoment für das Kraftübertragungssystem, eine geeignet gemittelte Winkelbeschleunigung der Räder und das Fahrzeuggewicht verwendet werden. Es entsteht dann lediglich ein einzelner äquivalenter Reibwert, aus dem heraus die Fahrzeuggeschleunigung  $a$  abgeschätzt werden kann.

60 Damit ist ein System geschaffen, mit dem trotz Durchdrehens aller vier Räder eines Fahrzeugs die Fahrzeuggeschwindigkeit vergleichsweise genau extrapoliert werden kann, so daß eine genauere Regelung von Fahrzuständen des Fahrzeugs möglich wird.

## Patentansprüche

65 1. Verfahren zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit für den Fall, daß alle Räder eines Fahrzeugs durchdrehen, mit dem Schritt des Erfassens der Geschwindigkeit ( $\omega$ ) und/oder Beschleunigung ( $\dot{\omega}$ ) aller Räder, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Radbeschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ) die Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v_F$ ) extrapoliert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Radbeschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ) eine das Fahrzeug beschleunigende Kraft ( $F_a$ ) oder ein das Fahrzeug beschleunigendes Moment ( $M_a$ ) ermittelt und daraus die Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v_F$ ) extrapoliert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch die Schritte

- Erfassen des Motormoments ( $M_{mot}$ ) und daraus zusammen mit dem Trägheitsmoment ( $J$ ) für die Räder und das Kraftübertragungssystem Ermitteln des das Fahrzeug beschleunigenden Moments ( $F_a$ ),
- daraus Ermitteln eines Reibkoeffizient ( $\mu$ ) zwischen Rad und Fahrbahn,
- daraus Abschätzen einer möglichen Fahrzeugbeschleunigung ( $a$ ), und
- damit Extrapolieren der Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v_F$ ).

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Reibkoeffizient ( $\mu$ ) nach der Formel

$$\mu = \frac{M_{mot} - J \cdot \ddot{\omega}}{F_N \cdot r_R}$$

5

10

15

ermittelt wird, wobei  $F_N$  die Normalkraft des Fahrzeugs und  $r_R$  der Radradius ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Durchdrehen der Räder daran erkannt wird, daß die Winkelbeschleunigung ( $\ddot{\omega}$ ) aller Räder über einem bestimmten Schwellenwert liegt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erkennen des Durchdrehens aller Räder das Beschleunigungsverhalten aller Räder zur Motorlast in Beziehung gesetzt wird.

20

7. Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, zur Bestimmung einer Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v_F$ ) für den Fall, daß alle Räder (12) eines Fahrzeugs durchdrehen, mit einer ersten Erfassungseinrichtung (28) zur Erfassung der Geschwindigkeit ( $\omega$ ) und/oder Beschleunigung ( $\ddot{\omega}$ ) aller Räder, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (20, 24) zur Extrapolierung der Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v_F$ ) nach Maßgabe der Radbeschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ).

25

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (21), die aus den Radbeschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ) eine das Fahrzeug beschleunigende Kraft ( $F_a$ ) oder ein das Fahrzeug beschleunigendes Moment ( $M_a$ ) ermittelt und daraus die Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v_F$ ) extrapoliert.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch

30

- eine zweite Erfassungseinrichtung (29) zur Erfassung des Motormoments ( $M_{mot}$ ),
- eine erste Ermittlungseinrichtung (21), die aus dem Motormoment ( $M_{mot}$ ), dem Trägheitsmoment ( $J$ ) für die Räder (12) und das Kraftübertragungssystem (11, 13, 14) und den Winkelbeschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ) der Räder (12) das das Fahrzeug beschleunigende Moment ( $M_a$ ) ermittelt,
- einer zweiten Ermittlungseinrichtung (22), die aus dem beschleunigenden Moment ( $M_a$ ) einen Reibkoeffizient ( $\mu$ ) zwischen Rad (12) und Fahrbahn (15) ermittelt,
- einer Abschätzungseinrichtung (23), die aus dem Reibkoeffizient ( $\mu$ ) eine mögliche Fahrzeugbeschleunigung ( $a$ ) abgeschätzt, und
- einer Extrapolationseinrichtung (24), die mit der Fahrzeugbeschleunigung ( $a$ ) die Geschwindigkeit ( $v_F$ ) des Fahrzeugs extrapoliert.

35

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Ermittlungseinrichtung (22) den Reibkoeffizient ( $\mu$ ) nach der Formel

40

$$\mu = \frac{M_{mot} - J \cdot \ddot{\omega}}{F_N \cdot r_R}$$

45

ermittelt, wobei  $F_N$  die Normalkraft des Fahrzeugs und  $r_R$  der Radradius ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (26), die das Durchdrehen der Räder (12) daran erkennt, daß die Winkelbeschleunigung ( $\ddot{\omega}$ ) aller Räder (12) über einem bestimmten Schwellenwert liegt.

50

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (26), die zum Erkennen des Durchdrehens aller Räder (12) das Beschleunigungsverhalten zum mindest eines Rades (12) zur Motorlast in Beziehung setzt.

13. Verfahren zur Erkennung der Tatsache, daß alle Räder eines Fahrzeugs durchdrehen, mit den Schritten

55

- Erfassen der Winkelbeschleunigung ( $\ddot{\omega}$ ) aller Räder, und
- Erfassen der Motorleistung ( $M_{mot}$ ),
- gekennzeichnet durch die Schritte
- Überprüfen der Winkelbeschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ) aller Räder anhand der erfaßten Motorleistung, und
- Erzeugen eines Erfassungssignals (S), wenn die Winkelbeschleunigungen nicht plausibel sind.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Winkelbeschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ) aller Räder eine mögliche Motorleistung ermittelt und diese mit der erfaßten Motorleistung verglichen wird.

60

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß aus der erfaßten Motorleistung mögliche Winkelbeschleunigungen aller Räder ermittelt und diese mit den erfaßten Winkelbeschleunigungen verglichen werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Erfassungssignal nicht ausgegeben wird, wenn alle erfaßten Winkelgeschwindigkeiten ( $\omega$ ) und/oder -beschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ) innerhalb eines bestimmten Wertebereichs liegen.

65

17. Vorrichtung zur Erkennung der Tatsache, daß alle Räder eines Fahrzeugs durchdrehen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 13 bis 16, mit

# DE 197 32 554 A 1

- einer ersten Erfassungseinrichtung (28) zum Erfassen der Winkelbeschleunigung ( $\ddot{\omega}$ ) aller Räder (12), und
- einer zweiten Erfassungseinrichtung (29) zum Erfassen der Motorleistung ( $M_{mot}$ ), gekennzeichnet durch
  - eine Einrichtung (26) zum Überprüfen der Winkelbeschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ) aller Räder anhand der erfaßten Motorleistung, und
  - eine Einrichtung (26) zum Erzeugen eines Erfassungssignals (S), wenn die Winkelbeschleunigungen ( $\ddot{\omega}$ ) nicht plausibel sind.

5 18. Bestimmungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch ein Erkennungsverfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16.

10 19. Bestimmungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, gekennzeichnet durch ein eine Erkennungsvorrichtung nach Anspruch 17.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

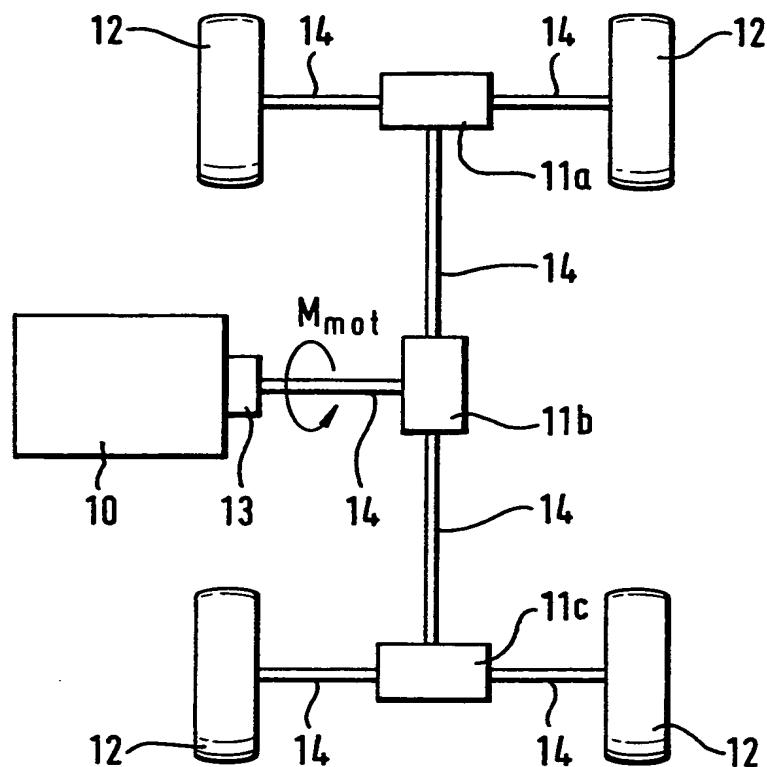
55

60

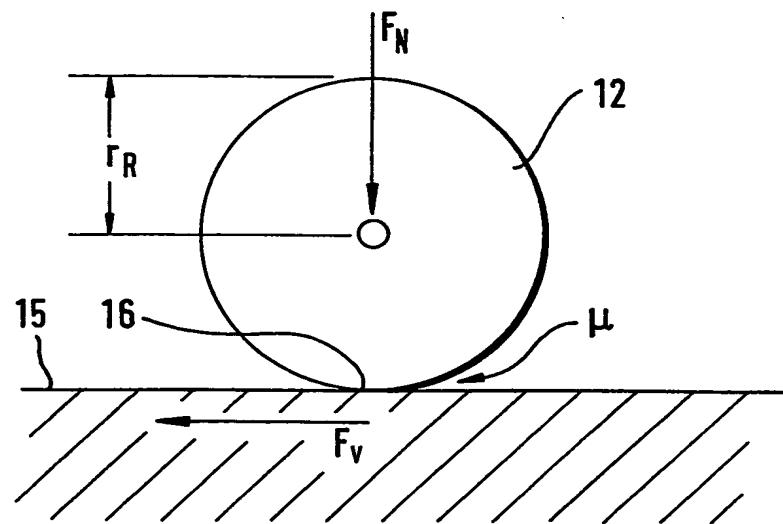
65

Fig. 1

A



B



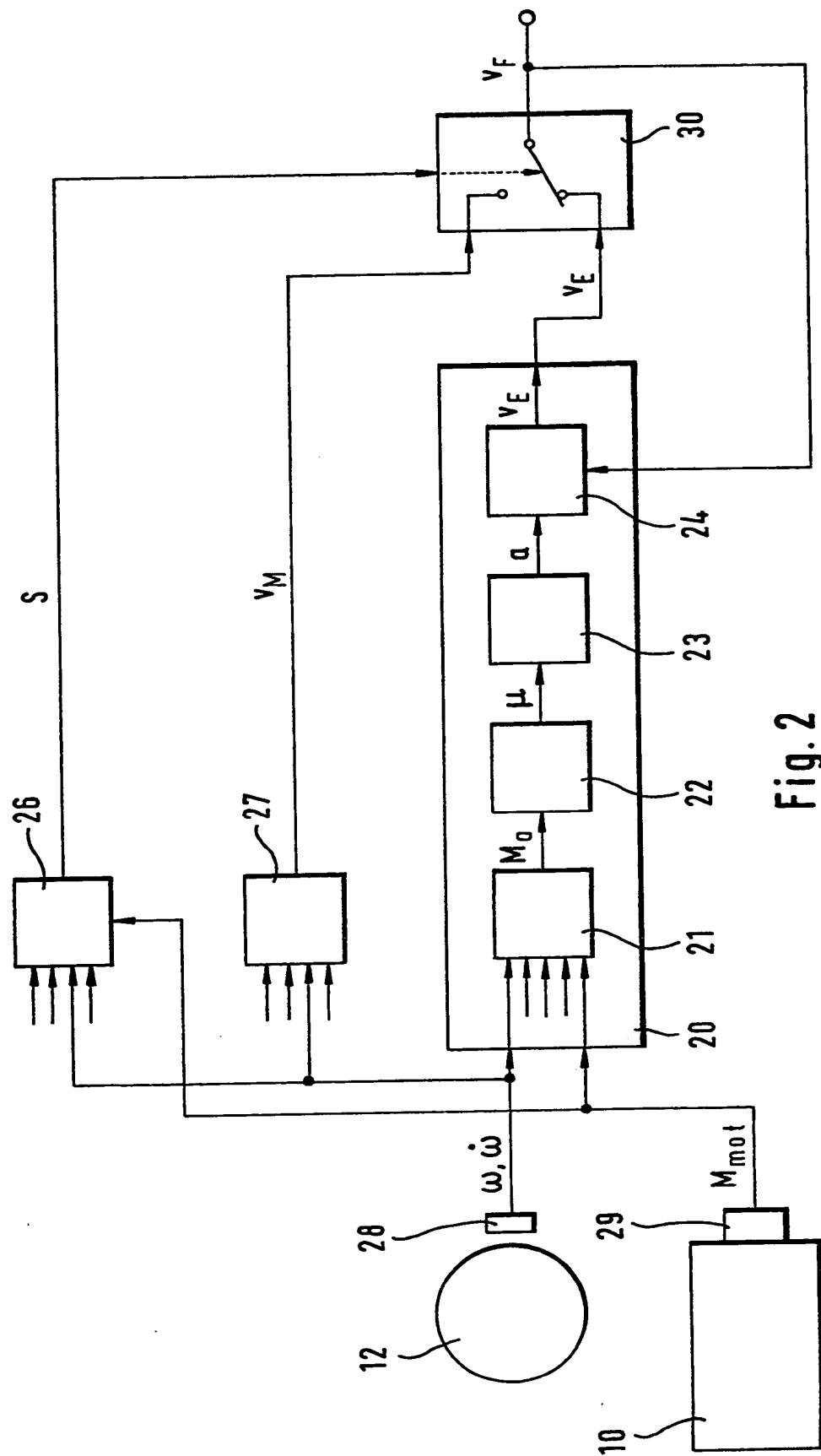


Fig. 2